

## **Технологічні основи зменшення кількості переходів в формуютьючих операціях витягування, обтиску та роздачі**

### **Технологические основы снижения количества переходов в формообразующих операциях вытяжки, обжима и раздачи**

### **Technological foundations of reducing the number of stages in the forming operations of drawing, reducing and bulging**

- 1. Номер державної реєстрації теми - 0115U002387,**
- 2. Науковий керівник - д.т.н., проф. Калюжний В.Л., д.т.н., проф. Калюжний В.Л., Doctor of Technical Sciences, Full Professor Kaljuzhnyi Vladimir L.**
- 3. Суть розробки, основні результати.**

**(укр.)**

Розроблено нові технологічні основи отримання порожнистих виробів формуютьючими процесами холодного листового штампування, зокрема операціями витягування, обтиску та роздачі. Новизна полягає в розробленні нових способів витягування, обтиску та роздачі, в створенні і застосуванні деформуючого інструмента спеціального профіля. Використання такого деформуючого інструмента забезпечує значне зменшення впливу сил тертя при формоутворенні виробів, зниження зусилля деформування та збільшення ступеня деформації за один перехід. Створено математичні моделі процесів витягування порожнистих виробів із листових заготовок з різних матеріалів в радіальних та конусних матрицях спеціального профіля, процесів обтиску трубчастих та порожнистих заготовок з дном в конусних і сферичних матрицях спеціального профіля та процесів роздачі трубчастих заготовок конусними пуансонами спеціального профіля. З використанням моделей та комп'ютерного розрахункового аналізу встановлено конструктивні, технологічні та фізико-механічні параметри наведених процесів, які забезпечують зниження кількості переходів витягування, зниження кількості переходів обтиску та збільшення ступеня деформації за один перехід при роздачі. При цьому покращується якість виробів завдяки підвищенню точності форми та розмірів. Проведені експериментальні дослідження по отриманню експериментальних зразків виробів витягуванням та обтиском із застосуванням деформуючого інструмента спеціального профіля. На основі проведених досліджень розроблено нові високопродуктивні технологічні процеси витягування, обтиску та роздачі та нові конструкції штампного оснащення для виготовлення виробів на існуючому ковальсько-пресовому обладнанні. Створено інженерні методики по розрахунку технологічних параметрів вказаних процесів. Розроблено рекомендації по використанню деформуючого інструмента спеціального профіля.

**(рос.)**

Разработаны новые технологические основы получения полых изделий формообразующими процессами холодной листовой штамповки, в частности операциями вытягивания, обжима и раздачи. Новизна заключается в разработке новых способов вытягивания, обжима и раздачи, в создании и применении деформирующего инструмента специального профиля. Использование такого деформирующего инструмента обеспечивает значительное уменьшение влияния сил трения при формообразовании изделий, снижение усилия деформирования и увеличение степени деформации за один переход. Созданы математические модели процессов вытягивания полых изделий из листовых заготовок из различных материалов в радиальных и конусных матрицах специального профиля, процессов обжима трубчатых и полых заготовок с дном в конусных и сферических матрицах специального профиля и процессов раздачи трубчатых заготовок конусными пуансонами специального профиля. С использованием моделей и компьютерного расчетного анализа установлено конструктивные, технологические и физико-механические параметры приведенных процессов, обеспечивающих снижение количества переходов вытягивания, снижение количества переходов обжима и увеличение

степени деформации за один переход при раздаче. При этом улучшается качество изделий благодаря повышению точности формы и размеров. Проведенные экспериментальные исследования по получению экспериментальных образцов изделий вытягиванием и обжимом с применением деформирующего инструмента специального профиля. На основе проведенных исследований разработаны новые высокопроизводительные технологические процессы вытягивания, обжима и раздачи, а также новые конструкции штамповой оснастки для изготовления изделий на существующем кузнечно-прессовом оборудовании. Созданы инженерные методики по расчету технологических параметров указанных процессов. Разработаны рекомендации по использованию деформирующего инструмента специального профиля.

**(англ.)**

Developed new technological foundations of obtaining the hollow articles by forming cold sheet stamping processes, including drawing, reducing and bulging. The novelty lies in the development of new methods of drawing, reducing and bulging, to create and use a special profiles deforming tool. Using this deforming tool provides a significant reduction of friction influence in the forming of articles, reduce deformation force and increase the degree of deformation in one stage. Created mathematical models the processes of drawing the hollow articles made of sheet workpieces of different materials in radial and conical special profiles matrices, the processes of the reducing tubular and hollow workpieces with the bottom in conical and spherical matrices with special profile and the processes of the bulging tubular workpieces by conical punches with special profile. Using models and computer calculation analysis established constructive, technological and physical-mechanical parameters of these processes that provide decrease the number of stages of drawing, decrease the number of stages of reducing and increase the degree of deformation in one stage of bulging. Conducted an experimental research to obtain experimental samples of articles by drawing and reducing using the deforming tool of special profile. On the basis of research developed new high-performance processes drawing, reducing and bulging, and new construction die equipments for production at the existing press-forging equipment. Established engineering methods for calculating technical parameters of these processes. Developed recommendations for the use of the deforming tool of special profile.

#### **4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.**

- Патент на корисну модель 101348 UA МПК В 21 F 1/00, опубліковано 10.09.2015, Бюл. №17 «Спосіб глибокого витягування порожнистих виробів в профільованій матриці» / В.Л. Калюжний, О.В. Калюжний, Я.С. Олександренко

- Патент на корисну модель UA 102609 МПК В 21 D 41/02, опубліковано 10.11.2015, Бюл. №21 «Спосіб роздачі трубчатих заготовок з протитиском» / В.Л. Калюжний, О.В. Калюжний, Я.С. Олександренко.

- Патент на корисну модель UA 109120 МПК В 21 D 22/16, опубліковано 10.08.2016, Бюл. №15 «Спосіб ротаційного видавлювання порожнистих вісесиметричних виробів» / П.Ю. Проценко, В.В. Піманов

- Патент на корисну модель UA 97524 МПК В 21 К 5/00, опубліковано 25.03.2015, Бюл. №15 «Спосіб виготовлення біметалевих виробів» / М.С. Тривайло, С.Ф. Сабол, М.О. Рекало

#### **5. Порівняння зі світовими аналогами.**

Результати відповідають світовому рівню. Розроблені технологічні основи, що базуються на створенні та використанні деформуючого інструмента спеціального профіля для отримання виробів формоутворюючими процесами витягування, обтиску і раздачі не мають аналогів у світовій практиці.

#### **6. Економічна привабливість для просування на ринок**

Застосування розроблених технологічних основ, технологій та штампового оснащення дозволяє суттєво зменшити кількість переходів штампування, підвищити якість виробів та знизити їх собівартість, що робить продукцію конкурентоспроможною:

- в процесах отримання порожнистих виробів із листових заготовок витягуванням в радіальних матрицях та конусних матрицях спеціального профіля кількість переходів зменшена в 2-3 рази При цьому підвищується точність форми та розмірів виробів;

- комбінування операцій витягування та обтиску в матрицях спеціального профіля при отриманні високих конусних виробів забезпечило зменшення кількості переходів виготовлення з 6 до 2;

- застосування конусних та сферичних матриць спеціального профіля дозволило знизити зусилля обтиску на 25-40 % та зменшити в 2 рази кількість переходів формоутворення виробів обтиском;

- використання пуансонів спеціального профілю при роздачі трубчастих заготовок привело до збільшення ступеня деформації за один перехід на 20-70% та дозволило провести заміну процесу гарячої роздачі на холодне формоутворення;

- застосування деформуючого інструмента спеціального профіля та прикладання протитиску на внутрішню поверхню трубчастої заготовки при роздачі забезпечило збільшення ступеня деформації за один перехід в 2,2 рази та дозволило отримувати вироби без використання операції зварювання.

#### **7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).**

Розроблені технологічні основи, технології та штампове оснащення можуть застосовуватись на підприємствах та в організаціях різних галузей промисловості: машинобудуванні, авіа і суднобудуванні, атомній енергетиці і оборонній промисловості де широко розповсюджені технології витягування, обтиску та роздачі і гостро стоїть проблема підвищення продуктивності виробництва та зниження собівартості виробів.

#### **8. Стан готовності розробки.**

Розроблені технології та конструкції штампового оснащення із деформуючим інструментом спеціального профіля для процесів отримання різноманітних виробів процесами витягування, обтиску та роздачі на існуючому ковальсько-пресовому обладнанні повністю готові для використання на підприємствах та організаціях.

#### **9. Існуючі результати впровадження.**

Результати роботи у вигляді нових технологічних рішень, та конструкцій штампового оснащення для процесів обтиску використано в ТОВ «Патон Турбайм Технолоджиз» м. Київ (акт впровадження від 1.04.2016 р.) та на ТОВ «Кіндербум» м. Київ для формоутворення виробів із трубчастих заготовок прямокутного перерізу (акт впровадження від 10.03.2016 р.). Результати роботи по новій технології роздачі трубчастих заготовок та штамповому оснащенні для роздачі впроваджені на Дочірньому підприємстві «ЛК-металургія» ПАТ «Завод «Ленінська кузня» (акт впровадження від 1.03.2015).

**10. Форма участі інвестора** (яка краща форма участі в реалізації результатів проекту інвестора: частка в проекті%, частка від прибутку%, інше)

**11. Обсяг інвестицій** (необхідна для результатів проекту сума інвестицій в доларах США).

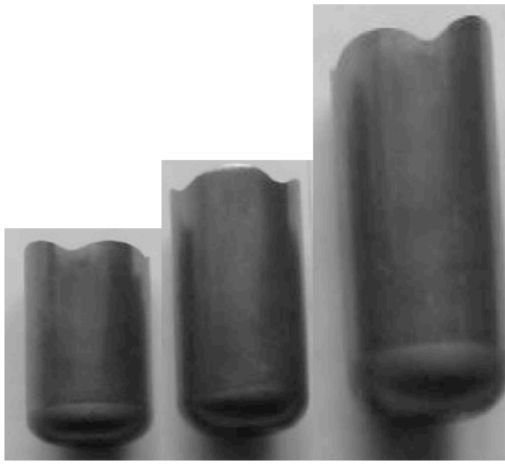
**12. Мета інвестицій** (розширення бізнесу, створення нового підприємства, інше).

**13. Назва організації, телефон, E-mail**

НТУУ"КПІ", механіко-машинобудівний інститут, кафедра механіки пластичності матеріалів та ресурсозберігаючих процесів,

(044) 454-96-11, kwl\_2011@ukr.net

**14. Фото розробки**



Деталі, які отримані витягуванням



Деталі, які отримані обтиском

## 15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

Монографія:

1. Калюжний О.В. Інтенсифікація формоутворюючих процесів холодного листового штампування / О.В. Калюжний, В.Л. Калюжний, – Київ: ТОВ «Сік Груп Україна», 2015. – 292 с.

Навчальний посібник:

2. Калюжний В.Л. Інтенсифікація листового штампування. Формоутворюючі процеси / В.Л. Калюжний, О.В. Калюжний // Навчальний посібник. – НТУУ «КПІ» – Київ: Вид-во «Політехніка», 2016. – 300 с.

Статті:

3. Олександренко Я.С. Вплив кута конусу зпрофільованого пуансона на силові режими та якість виробів при роздачі трубчатих заготовок із сталі 12Х18Н10Т / Я.С. Олександренко, І.П. Куліков // Збірник наукових праць (серія галузеве машинобудування та будівництва). – НТУ. – Полтава, 2014 р. – №2 (41) – С. 259-265.

4. Калюжний В.Л. Форма та розміри, напружено-деформований стан zdeформованих заготовок при холодній відкритій роздачі трубчастих заготовок з різною відносною товщиною / В. Л. Калюжний, І. П. Куліков, Я. С. Олександренко // Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Інноваційні технології та обладнання обробки матеріалів у машинобудування та металургії. – Харків, 2014 р. – №44. – С. 62-70.

5. Калюжний А.В. Интенсификация процесса раздачи осесимметричных заготовок / А.В. Калюжний, В.В. Пиманов, Я.С. Олександренко и др. // Обработка материалов давлением. Сборник научных трудов. – ДГМА. – Краматорск, 2014 р. – №1 (38). – С. 103-109.

6. Калюжний В.Л. Качество изделий при холодной открытой и закрытой раздаче трубчатых заготовок из нержавеющей стали / В.Л. Калюжний, А.В. Калюжний, Я.С. Олександренко и др. // Металлургическая и горнорудная промышленность. – Днепропетровск, 2015 г. – № 2. – С.54-58.

7. Калюжний В.Л. Холодне формоутворення під кутом плоских фланців на трубчастих заготовках / В.Л. Калюжний, Д.С. Мехнін, І. В. Вихованець та ін. // Обработка материалов давлением. Сборник научных трудов. – ДГМА. – Краматорск, 2015 г. – №40. – С. 52-58.

8. Калюжний В.Л. Вплив кута матриці на формоутворення виробів при холодній роздачі трубчатих заготовок з дією тиску рідини на внутрішню поверхню заготовки / В. Л. Калюжний, Я. С. Олександренко // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк, 2015 р.–№49. – С. 78-82.

9. Калюжний В.Л. Увеличение коэффициента раздачи при холодном формообразовании трубчатых заготовок / В. Л. Калюжний, Я.С. Олександренко, С.Ф.

Сабол и др. // Обработка материалов давлением. Сборник научных трудов. – ДГМА. – Краматорск, 2015 г. – №40. – С. 46-51.

10. Калюжний В.Л. Використання холодного штампування для отримання порожнистого виробу з необхідними властивостями здеформованого металу / В. Л. Калюжний, А. С. Цибенко, Ю. А. Чувільов // Вісник НТУУ «КПІ», Серія: Машинобудування. – Київ, 2015 р. – №73. – С. 124-130.

11. Калюжний О.В. Порівняльний аналіз штампування деталей трубопровідної арматури із трубчастої і листової заготовки / О.В. Калюжний // Обработка материалов давлением. Сборник научных трудов. – ДГМА. – Краматорск, 2015 р. – №1 (40). – С. 23-30.

12. Калюжний А.В. Использование давления жидкости при холодном формообразовании плоских фланцев на трубчатых заготовках / А.В. Калюжний, Д.С. Мехнин // Научные нотатки. Межвузовский сборник. Выпуск 49. Луцк, 2015. – С. 83-89.

13. Калюжний В. Л. Определение усилий извлечения пуансона из деформированной заготовки и выталкивания заготовки из матрицы при холодном выдавливании полых изделий с разной степень деформации / В. Л. Калюжний, Л. И. Алиева, В. Н. Горностай // Обработка материалов давлением. Сборник научных трудов. – ДГМА. – Краматорск, 2016 г. – №42. – С. 92-100.

14. Калюжний В. Л. Інтенсифікація листового штампування. Формоутворюючі процеси / В.Л. Калюжний, О. В. Калюжний // Навчальний посібник – НТУУ «КПІ» – Київ: Вид-во «Політехніка», 2016. – 300с.

15. Калюжний А.В. Использование операций вытяжки листовой заготовки и последующей раздачи для изготовления соединительных элементов трубопроводов повышенного качества // Обработка материалов давлением. Сборник научных трудов. – ДГМА. – Краматорск, 2016 р. – №1 (42). – С. 147-157.

16. Калюжний О.В., Комбіноване витягування вісесиметричних порожнистих виробів з листових заготовок із сталі ASSI-316L в одноконусній матриці та матриці спеціального профілю / О.В. Калюжний, С.С. Соколовська // Обработка материалов давлением. Сборник научных трудов. – ДГМА. – Краматорск, 2016 р. – №2 (42). – С. 157-164.

17. Калюжний О.В., Комбіноване витягування вісесиметричних порожнистих виробів із листових заготовок з різних матеріалів в двоконусній традиційній матриці та матриці спеціального профілю / О.В. Калюжний, С.С. Соколовська // Обработка материалов давлением. Сборник научных трудов. – ДГМА. – Краматорск, 2016 р. – №2 (41). – С. 203-211.

18. Піманов В.В. Исследование процесса дорнования отверстий в авиационном сплаве Д16пч / В.В. Пиманов, А.В. Тимошенко, А.Н. Бабак // Вісник НТУУ «КПІ», Серія: Машинобудування. – Київ, 2015 р. - №75. – С. 144-15 с.

19. Патент на корисну модель 93705 UA МПК В 21 F 1/00, опубліковано 10.10.2014, Бюл. №19 «Спосіб витягування циліндричних деталей в профільованій матриці» / В.В. Драгобецький, Р.Г. Аргат, В.Л. Калюжний

20. Патент на корисну модель 101348 UA МПК В 21 F 1/00, опубліковано 10.09.2015, Бюл. №17 «Спосіб глибокого витягування порожнистих виробів в профільованій матриці» / В.Л. Калюжний, О.В. Калюжний, Я.С. Олександренко

21. Патент на корисну модель UA 102609 МПК В 21 D 41/02, опубліковано 10.11.2015, Бюл. №21 «Спосіб роздачі трубчатих заготовок з протитиском» / В.Л. Калюжний, О.В. Калюжний, Я.С. Олександренко.

22. Патент на корисну модель UA 109120 МПК В 21 D 22/16, опубліковано 10.08.2016, Бюл. №15 «Спосіб ротаційного видавлювання порожнистих вісесиметричних виробів» / П.Ю. Проценко, В.В. Піманов

23. Патент на корисну модель UA 97524 МПК В 21 К 5/00, опубліковано 25.03.2015, Бюл. №15 «Спосіб виготовлення біметалевих виробів» / М.С. Тривайло, С.Ф. Сабол, М.О. Рекало

За результатами роботи захищено 2 кандидатські дисертації:

1. «Холодне видавлювання порожнистих виробів в умовах дії диференційованого протитиску на заготовку», Піманов В.В., 2015 р.
2. «Забезпечення якості виробів в процесах відбортуння», Пахолко С.А., 2016 р.

**16.** Надати ключові слова до розробки:

технологічні основи, процеси витягування обтиску і роздачі, математичні моделі, технологічні параметри, штампове оснащення, деформуючий інструмент спеціального профіля, зменшення кількості переходів, збільшення ступеня деформації, підвищення точності форми і розмірів виробів